



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

Autorizada pelo Decreto Federal nº 77.496 de 27/04/76
Recredenciamento pelo Decreto nº 17.228 de 25/11/2016



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENAÇÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

XXIX SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS **SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - 2025**

Avaliação do potencial de nanopartículas de prata obtidas por química verde a partir de partes aéreas de chanana (*Turnera subulata* Sm) sobre larvas e pupas de *Aedes aegypti*

Cleide Carneiro Oliveira¹; Aristeu Vieira da Silva²

1. Cleide Carneiro Oliveira, PIBITI/CNPq, CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, e-mail: cleidecco23@gmail.com

2. Aristeu Vieira da Silva, DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, e-mail: aristeuvsilva@uefs.br

PALAVRAS-CHAVE: *Aedes aegypti*; controle vetorial; nanopartículas

INTRODUÇÃO

O *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) é o principal vetor de arboviroses como dengue, chikungunya e zika (Terra et al., 2017), configurando-se como grave problema de saúde pública devido à sua ampla adaptação a ambientes urbanos e ao comportamento sinantrópico e antropofílico (Natal, 2002). O controle desse mosquito, apesar de historicamente implementado no Brasil, ainda enfrenta desafios relacionados à resistência aos inseticidas químicos e aos impactos ambientais decorrentes de seu uso (Zara et al., 2016). Nesse contexto, cresce a busca por alternativas sustentáveis, como larvicidas naturais de origem vegetal, que apresentam vantagens pela biodegradabilidade e menor toxicidade (Takagi et al., 2020).

As nanopartículas de prata (AgNPs), em especial quando obtidas por síntese verde a partir de extratos vegetais, têm se destacado por sua atividade antimicrobiana, inseticida e larvicida, aliando inovação tecnológica e sustentabilidade (Ahmad; Kamal; Tekwani, 2021; Saha et al., 2023). A literatura demonstra sua eficácia contra diversas espécies de mosquitos, mas ainda são necessários estudos sobre os impactos ambientais e a otimização dos métodos de síntese.

Este trabalho propôs investigar a obtenção de AgNPs a partir de extratos aquosos das partes aéreas de *Turnera subulata*, planta tropical ornamental e de uso medicinal popular (Cordeiro, Sandra Zorat, 2024), visando avaliar sua eficácia larvicida contra larvas de *Aedes aegypti* e oferecer uma alternativa promissora para o controle vetorial.

METODOLOGIA

Ovos de *Aedes spp.* foram obtidos em ovitrampas distribuídas no campus da UEFS e utilizados para obtenção de larvas em bioensaios com nanopartículas de prata (AgNPs) sintetizadas por rota verde a partir de extrato aquoso de *Turnera subulata*, cuja formação foi confirmada por espectroscopia UV-Vis. Larvas de terceiro e quarto instares

foram expostas a diferentes concentrações de AgNPs, ao extrato vegetal, a solução de AgNO_3 , a larvicida comercial à base de *Bacillus thuringiensis* e a água destilada (controle negativo), em ensaios laboratoriais e de campo.

Foram conduzidos cinco experimentos: (1) ensaio preliminar com AgNPs, extrato vegetal e AgNO_3 ; (2) comparação entre diferentes concentrações de AgNPs; (3) bioensaio com três concentrações de AgNPs comparado a *B. thuringiensis*; (4) avaliação da influência de diferentes concentrações de matéria orgânica (levedura de cerveja) sobre a atividade larvicida das AgNPs; e (5) teste de campo com 30 ovitrampas contendo AgNPs, larvicida comercial e água.

A mortalidade larval foi monitorada até 120 horas, e os dados analisados por análise de sobrevivência, incluindo curvas de Kaplan–Meier (Kaplan; Meier, 1958), teste log-rank (Bland; Altman, 2004), modelos de riscos proporcionais de Cox e estimativas de RMST, permitindo uma avaliação robusta da eficácia larvicida das AgNPs em comparação com os controles (Heinze et al., 2023; Heinze; Schemper, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No **experimento 1** as curvas de Kaplan–Meier mostraram 100% de sobrevivência no controle negativo, enquanto as AgNPs promoveram maior mortalidade (65%) - Figura 1A. O AgNO_3 e o extrato vegetal apresentaram baixa mortalidade (15% e 10%, respectivamente), sem diferenças relevantes em relação ao controle. Apenas o grupo tratado com AgNPs alcançou a mediana de sobrevivência (48 horas), e o teste *log-rank* indicou diferenças significativas entre os grupos ($p < 0,001$). Esses resultados demonstram a superioridade das nanopartículas em relação às soluções precursoras.

No **experimento 2** a mortalidade foi mais elevada no grupo de 0,25 mMol, que atingiu a mediana de sobrevivência (48 horas), enquanto a concentração de 0,06 mMol apresentou efeito intermediário - Figura 1B. O controle manteve 100% de sobrevivência, validando o ensaio. O teste *log-rank* confirmou diferenças significativas entre os grupos ($p < 0,001$), reforçando a relação dose-resposta e a eficácia larvicida dependente da concentração.

No **experimento 3** as maiores concentrações de AgNPs (0,50 e 0,25 mMol) apresentaram mortalidade semelhante à do larvicida comercial, enquanto a menor concentração (0,12 mM) resultou em efeito reduzido - Figura 1C. O controle permaneceu sem mortalidade, e o *log-rank* evidenciou diferenças significativas ($p < 0,01$). Esses resultados confirmam a ação larvicida das nanopartículas em padrão dose-dependente, alcançando desempenho comparável ao do larvicida de referência.

No **experimento 4** a combinação de AgNPs com a concentração mais alta de levedura de cerveja promoveu mortalidade total (100%), enquanto as concentrações intermediárias apresentaram efeito semelhante ao de AgNPs em 0,50 mMol - Figura 1D. O larvicida comercial apresentou 93,30% de mortalidade, e o controle negativo registrou 15,00% de larvas mortas. Esses achados sugerem que, em determinadas condições, a

matéria orgânica pode potencializar a ação das nanopartículas, o que é relevante para ambientes naturais com presença de matéria orgânica.

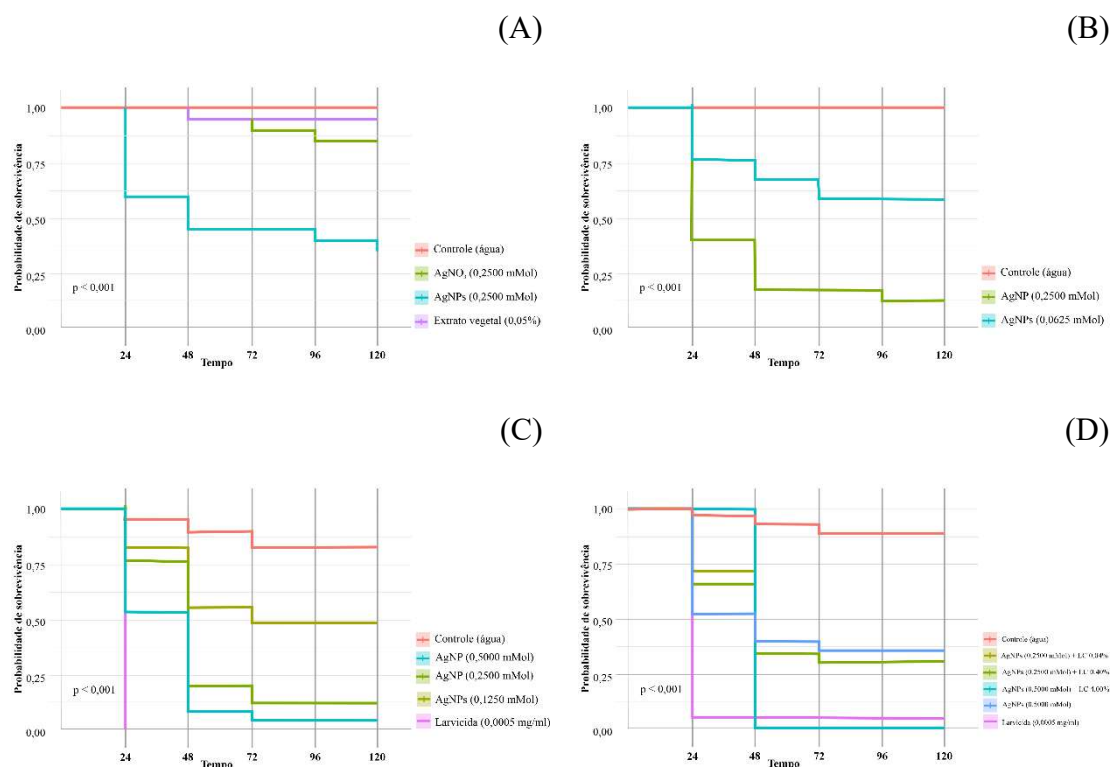


Figura 1. Probabilidade de sobrevivência (curvas de Kaplan–Meier) de larvas de *Aedes* spp por grupo de tratamento. (A) Experimento 1: Controle negativo: água destilada, nitrato de prata AgNO₃ 0,25 mMol, nanopartículas de prata AgNPs 0,25 mMol e extrato vegetal de *Turnera subulata*. (B) Experimento 2: Controle negativo: água destilada, nanopartículas de prata AgNPs 0,25 mMol e nanopartículas de prata AgNPs 0,06 mMol. (C) Experimento 3: Controle negativo: água destilada, nanopartículas de prata AgNPs 0,50 mMol, 0,25 mMol e 0,12 mMol, controle positivo: larvicida comercial baseado em *Bacillus thuringiensis* 0,0005 mg/ml. (D) Controle negativo: água destilada, nanopartículas de prata AgNPs 0,25 mMol adicionadas de 0,04%, 0,40% ou 4,00% de levedura de cerveja (LC), AgNPs 0,50 mMol, controle positivo: larvicida comercial baseado em *Bacillus thuringiensis* 0,0005 mg/ml.

No **experimento 5** o Índice de Positividade de Ovos (IPO) foi maior no grupo com larvicida comercial (50,00%), seguido pelo controle negativo (33,30%) e pelas armadilhas com AgNPs (22,20%), apresentando menor atratividade das armadilhas contendo nanopartículas para a oviposição. Quanto ao Índice de Densidade de Ovos (IDO), o larvicida apresentou maior variabilidade, enquanto as armadilhas com AgNPs registraram valores intermediários, superiores ao controle. A mortalidade larval foi mais elevada nas armadilhas com larvicida (74,00%), seguida pelo controle (38,00%) e pelas AgNPs (16,00%). Apesar de inferior ao larvicida comercial, o efeito larvicida das AgNPs também foi observado em condições de campo, embora influenciado por variáveis ambientais não controladas.

De forma geral, os resultados demonstram que as AgNPs sintetizadas a partir de *T. subulata* apresentam atividade larvicida significativa contra *Aedes aegypti*, com efeito dependente da concentração e potencial modulação pela presença de matéria orgânica. A eficácia comparável à de *B. thuringiensis* em determinadas condições reforça seu potencial como alternativa sustentável no controle vetorial, embora os testes em campo

indiquem a necessidade de novos estudos para otimizar sua atratividade e desempenho em ambientes naturais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os experimentos confirmaram que as nanopartículas de prata (AgNPs) obtidas por síntese verde a partir de *Turnera subulata*, apresentam efeito larvicida consistente sobre larvas de *Aedes aegypti*.

Em ensaios laboratoriais, as AgNPs demonstraram maior mortalidade em relação ao extrato vegetal e ao nitrato de prata, com efeito dependente da concentração e, em níveis mais altos, comparável ao larvicida biológico *Bacillus thuringiensis*. A presença de matéria orgânica, simulada com levedura de cerveja, não reduziu a ação larvicida e, em altas concentrações, potencializou sua eficácia.

Em condições de campo, embora o desempenho tenha sido inferior ao larvicida comercial, as AgNPs apresentaram atividade larvicida, ainda que com menor atratividade para a oviposição.

Os resultados deste trabalho reforçam o potencial das AgNPs como alternativa sustentável para o controle vetorial, mas indicam a necessidade de novos estudos para otimização e validação em ambientes naturais.

REFERÊNCIAS

- AHMAD, F.; KAMAL, M. A.; TEKWANI, B. L. Emergence and re-emergence of human coronaviruses: Spike protein as the potential molecular switch and pharmaceutical target. *Current Pharmaceutical Design*, v. 27, n. 33, p. 3566–3576, 2021.
- CORDEIRO, SANDRA ZORAT. *Turnera subulata* Sm. — Herbário. Disponível em: <<https://www.unirio.br/ccbs/ibio/herbariohuni/turnera-subulata-sm>>. Acesso em: 26 jul. 2024.
- HEINZE, G.; et al. Package coxphf: Cox regression with Firth's penalized likelihood. 2023. Disponível em: <<https://cran.r-project.org/web/packages/coxphf/coxphf.pdf>>. Acesso em 16 set 2025.
- HEINZE, G.; SCHEMPER, M. A solution to the problem of separation in logistic regression. *Statistics in Medicine*, v. 21, p. 2409–2419, 2001.
- KAPLAN, E. L.; MEIER, P. Nonparametric estimation from incomplete observations. *Journal of the American Statistical Association*, v. 53, p. 457–481, 1958.
- NATAL, D. Bioecologia de *Aedes aegypti*. *Biológico*, São Paulo, v. 64, n. 2, p. 205–207, 2002.
- SAHA, P. et al. Green Synthesized Silver Nanoparticles: A Potential Antibacterial Agent, Antioxidant, and Colorimetric Nanoprobe for the Detection of Hg²⁺ Ions. *Global challenges* (Hoboken, NJ), v. 7, n. 8, p. 2300072, 2023.
- TAKAGI, B. A. et al. Larvicidal and ovocidal effects of *Crotalaria pallida* extracts on the vector *Aedes aegypti*. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 5, p. 23060–23074, 2020.
- TERRA, M. R. et al. *Aedes aegypti* e as arboviroses emergentes no Brasil. *Uningá Review*, v. 30, n. 3, p. 52-60, 2017.
- ZARA, A. L. S. A. et al. Estratégias de controle do *Aedes aegypti*: uma revisão. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v. 25, n. 2, p. 391–404, 2016.